Aus der Orthopädischen Abteilung der Chirurgischen Universitätsklinik
der Charité zu Berlin
(Direktor: Geh. Rat Prof. Dr. Hildebrand)

Gangstudie bei Quadricepslähmung

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde an der
Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

Von

Fritz Jacoby
aus Berlin

Tag der Promotion: 1. 9. 1926

Emil Ebering, Berlin NW 7, Mittelstraße 29.

Gedruckt mit Genehmigung der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Goldscheider

Referenten: Prof. Dr. Glässner

Prof. Dr. Hildebrand

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen Eltern gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41544323_0051

„Die Bewegung und nicht die Form des gesunden und kranken Menschen ist der wesentliche Inhalt der modernen Orthopädie," so schloß v. Baeyer seinen Vortrag auf dem letzten Orthopädenkongreß in Graz. Mit vielen anderen teilt besonders Haglund diese auf die Statik und Kinetik gerichtete orthopädische Denkweise. Er fordert, erst nach „Uebersicht über die funktionelle Situation" solle der Arzt sich den im einzelnen befallenen Regionen zuwenden. So sind denn auch bei einer Gehstörung zuerst die allgemeinen funktionellen Verhältnisse des Patienten zu prüfen, die Breite der Funktionsmöglichkeit. Denn diese ist nicht nur für die Untersuchung und Krankheitserkennung, sondern vor allem für den Behandlungsplan von ausschlaggebender Bedeutung.

Aus solchen Erwägungen heraus haben wir es uns zur Aufgabe gemacht, einer Anregung von Herrn Prof. Glaessner folgend, an einem möglichst einfachen Beispiel eine Gangstörung zu studieren, nämlich den Fehlgang bei einer einseitigen isolierten Quadricepslähmung. Wir bedienten uns dabei des kinematographischen Apparates.

Zu dem Untersuchungsverfahren sei bemerkt, daß die Anwendung des überaus komplizierten Verfahrens von v. Braune und Fischer uns zwar die vollkommenste und genaueste Kenntnis der pathologischen Bewegungsform geben würde. R. Du Bois-Reymond hat dies Verfahren vergröbert und abgekürzt. Aber auch dieses vereinfachte Verfahren noch stellt große technische Ansprüche an Raum, Einrichtung, Material und Untersucher; wenigstens jetzt noch zu große Ansprüche, um — bei allen Vorzügen — in jeglichem Institute sozusagen als klinische Methode Eingang finden zu können. Da nun tritt der kinematographische Apparat als wirklich einfaches, schnell anwendbares Verfahren in Aktion. Er zerlegt durch eine Reihe von aufeinander folgenden Momentaufnahmen jede Bewegung in ihre einzelnen Bestandteile und hält mit Deutlichkeit und ohne Täuschung fest, was dem bloßen beobachtenden Auge entgeht. Schon J. Frän-

kel hat auf den Wert des kinematographischen Verfahrens hingewiesen. Und Haglund sieht es als notwendige, gradlinige Entwicklung an, daß in absehbarer Zeit in jedem orthopädischen Institute Raum für kinematographische Aufnahmen geschaffen sein wird.

Entsprechend den technischen Fortschritten unserer Zeit haben wir noch einen Schritt weiter gehen können und Aufnahmen mit der Zeitlupe gemacht. Diese weitere Zerlegung der einzelnen Gangphasen in noch — in unserem Falle — 15 Teilphasen ist besonders in didaktischer Hinsicht wertvoll. Denn wenn der einfache Film vor einem Audi- oder Viditorium abrollt, ist es nichts anderes, als wenn die Bewegung in ihrer natürlichen — sei es physiologischen oder pathologischen — Form und in ihrem natürlichen zeitlichen Verlauf vorgeführt wird. Das ist zu schnell und undeutlich für das begrenzte Beobachtungsvermögen des selbst gut ausgebildeten menschlichen Auges. Da hingegen lassen die Zeitlupenbilder während ihres Abrollens die Beobachtung der gegebenen Bewegung bis in die feinsten Einzelheiten zu.

Zu unserer Studie über die Gangstörung bei isolierter und zwar rechtsseitiger Quadricepslähmung verwendeten wir die Aufnahmen nur des einfachen Films. Wir ließen Vergrößerungen zu 9×12 cm herstellen von sämtlichen aufeinander folgenden Bildern, aus denen sich bei seitlicher Aufnahme ein Doppelschritt des menschlichen Ganges zusammensetzt, vom Abheben des einen Beines vom Boden an bis wieder zum Abheben desselben Beines; so daß jedes Bein in seiner Eigenschaft als Stütz- und Schwungbein betrachtet und beobachtet werden kann. Um zu richtiger Beurteilung der pathologischen Bewegungsform zu gelangen, war und ist es notwendig, den normalen Gang zum Vergleich heranzuziehen.*

Beschreiben wir zuerst, wenn auch nur kurz und in großen Zügen — ich verweise auf die ausführlichen Schilderungen von v. Braune und Fischer und R. Du Bois-Reymond —, den normalen Gang!

Zwei Perioden charakterisieren die Tätigkeit des Beines, beim

*) Auf die Wiedergabe der beiden angefertigten Bilderserien muß aus wirtschaftlichen Gründen verzichtet werden. Trotzdem wird, ohne daß dadurch Unklarheiten entstehen, vereinzelt auf die Bilder hingewiesen. Serie I entspricht dem normalen, Serie II dem pathologischen Gang.

Gehen. Während der einen schwebt das Bein in der Luft; es ist Schwungbein. Während der anderen Periode berührt es den Boden; es ist Stützbein. Nach dem Aufsetzen des Fußes folgt das sogenannte Abwickeln der Sohle. Erst wenn die ganze Sohle des einen Beines dem Boden aufliegt, beginnt das andere Bein frei zu schwingen. Bei R. Du-Bois-Reymond ist zu lesen, daß dies schon geschieht, wenn das eine Bein gerade aufgesetzt wird. Nach unserer Beobachtung wird in diesem Augenblick nur die Hacke des Schwungbein werdenden Beines gehoben. Der freie Schwung beginnt erst, wenn die ganze Sohle des andern Beines dem Boden aufliegt. Die leichte Beugung des Knies von etwa 15^0, die vor der vertikalen Streckstellung des stützenden Beines eintreten soll, ist auf unseren Bildern nicht ersichtlich. Wenn das Stützbein seine vertikale Stellung passiert hat, beginnt es seine stemmende Tätigkeit. Diese wird gesteigert durch die allmähliche Plantarflexion im Fußgelenk und gipfelt im Abstoß vom Boden. Dadurch erfährt erstens der Schwerpunkt des Körpers seine Verlagerung nach vorn, zweitens erhält das Bein selbst die Schwungkraft für die nun beginnende Schwungperiode. Zu Anfang dieser erfolgt aktive Beugung in Hüft-, Knie- und Fußgelenk. Dann, während eine allmähliche Streckung im Kniegelenk eintritt, kehrt eine vorübergehende leichte Plantarflexion im Fußgelenk in die frühere Dorsalflexion zurück, und die Hacke wird aufgesetzt.

Ehe wir uns im folgenden der aktiven Beteiligung des Quadriceps beim normalen Gang des Menschen zuwenden, seien einige anatomische und physiologische Bemerkungen über den Muskel vorausgeschickt. Die Anatomie besonders der beiderseitigen Vasti ist ausführlich in der Arbeit von Merkel geschildert. Zusammenfassend heißt es dort: „Der Quadriceps hat drei Ansatzstellen an der Tibia, eine mittlere an der Tuberositas durch Vermittlung des lig. patellae und der Patella und zwei seitliche hauptsächlich für die beiden Vasti. Die Sehne des Rectus femoris heftet an der Tuberositas tibiae an. „Was die Ursprünge angeht, so beginnt der M. rectus femoris mit zwei Köpfen vom Hüftbein, ist also ein zweigelenkiger Muskel, während die Vasti, als nur am Femur entspringend, eingelenkige Muskeln sind. Dieses anatomische Verhalten des

vierköpfigen Streckmuskels des Kniegelenks ist von großer Bedeutung für seine Funktion. So ist der M. rectus femoris unter bestimmten Bedingungen Beuger des Hüftgelenks, und zwar in um so größerem Ausmaße, je stärker gleichzeitig und gleichseitig das Knie gebeugt ist, also je weiter Ansatz und Ursprung von einander entfernt sind. Entsprechend steht die Möglichkeit für den Rectus femoris, als Kniegelenkstrecker wirksam zu sein, in umgekehrtem Verhältnis zum Maße der Beugung im Hüftgelenk. „Also ist" — so schreibt schon Duchenne — „die Streckung in der Hüfte auf dem Weg über den Rectus femoris für die Streckung im Knie von Bedeutung. „Nach Merkel ist die Kniestreckung bis zu einem Winkel von 165° im wesentlichen Ausdruck der Funktion des Rectus femoris". Für die letzten 15° sind die Hebelverhältnisse für den langen Kopf ungünstig, während für diesen Abschnitt die Vasti eine bessere Wirkung entfalten. Und zwar treten bei der letzten Phase der Streckung, bei dem sogenannten Durchdrücken des Knies, besonders die seitlichen Anheftungen der Vasti an der Tibia in Kraft.

Nun zur Tätigkeit des Quadriceps beim menschlichen Gang! Schon Jendrassik hat vor Jahrzehnten auf einfache, primitive Beobachtung hin behauptet, daß der Vierköpfer $^5/_6$ des Zeitraumes, den ein Doppelschritt in Anspruch nimmt, arbeitet. Zweierlei Arten können wir bei der Funktion des Quadriceps während eines Doppelschrittes unterscheiden, erstens eine protagonistische, zweitens eine antagonistische Tätigkeit. Erstere ist zur Streckung des Kniegelenks während der Schwungperiode desselben Beines erforderlich. Sie ist auf unseren Bildern gut sichtbar und manifestiert sich in einer Konturanschwellung des rechten Oberschenkels. Die Intensität der Muskelkontraktion in dieser Phase des Ganges braucht nicht übermäßig groß zu sein, da sie durch den Schwung, den das Bein beim Abstoßen erfahren hat, in ihrer Absicht der Kniestreckung unterstützt wird. Mehr Arbeit hat der Quadriceps als Antagonist zu leisten, Diese Tätigkeit des Muskels beginnt in dem Augenblick, wo nach Beendigung der Schwungperiode die Ferse des betreffenden Beines den Boden berührt. Dabei pflegt gleichzeitig eine geringe federnde Beugung im Kniegelenk desselben Beines einzutreten. Der Schwerpunkt des Körpergewichts liegt hinter der queren Knieachse und wirkt

ebenfalls im Sinne der Beugung. Diesen Beugungstendenzen nun hat der Quadriceps mit aller Kraft entgegenzuarbeiten. Ist dann aber der Schwerpunkt des Körpers nach vorn und vor die quere Knieachse des Stützbeines verlegt, so sind nunmehr die Anforderungen an die Kontraktion des Quadriceps erheblich verringert. Denn jetzt — nach dem berühmten Taschenmesservergleich von Volkmann — wirkt das Körpergewicht ja von selbst im Sinne der Streckung des Stützbeins. Wohl ist der Quadriceps noch aktiv, jetzt wieder protagonistisch, im gleichen Sinne tätig, doch fällt die Hauptarbeit jetzt dem Triceps surae zu, der die Plantarflexion im Fußgelenk und das Abstoßen zu bewirken hat. Der Quadriceps ist also während der zweiten Hälfte der Schwung- und während der ganzen Stützperiode in Tätigkeit. Unser Fall hat 20 Bilder für einen Doppelschritt ergeben — 3 haben wir ausgeschaltet, um nur die entsprechenden Gangphasen beider Fälle gegenüber zu stellen. — Vom 5. Bild an beginnt die Aktion des Quadriceps; also $^4/_5$ des Zeitraumes, den ein Doppelschritt dauert, währt die Tätigkeit dieses Muskels.

Außer den Bewegungen der Beine sind die des Rumpfes zu betrachten, da bei pathologischen Zuständen gerade im Verhalten der Rumpfbewegungen oft starke und auffallende Anomalien eintreten.

R. Du Bois-Reymond und Fränkel geben an, daß beim zwanglosen Gehen gewöhnlich im hinteren Schritteil, d. h. bevor das schwingende Bein die Verticalebene erreicht, eine leichte Rückwärtsneigung, im vorderen Schritteil, und zwar am ausgesprochensten vor dem Aufsetzen des Fußes eine Vorwärtsneigung des Rumpfes deutlich wird. „In der Vertikalen und während der doppelten Unterstützung steht der Rumpf auch annähernd vertikal.“ (Fränkel). Der Mann, den wir den normalen Gang gehen ließen, ist Sportsmann. So ist selbst in seinem zwanglosen Gehen Haltung. — Die Beugung der Arme die wir anordneten, um besseren Ueberblick über die Oberschenkelmuskulatur zu erhalten, erachten wir nicht als einen sehr ins Gewicht fallenden Zwang. — Darum ist es schwierig, aus unseren Bildern die Rumpfbewegungen abzulesen. Trotzdem meinen wir, daß in Bild 8 der Serie I die Vorwärtsneigung und in den Bildern 2, 3 und 11 der Serie I die Rückwärtsneigung deutlich ist.

Aus technischen und anderen äußeren Gründen mußten wir darauf verzichten, Vergrößerungen auch von den Aufnahmen in Vorderansicht anfertigen zu lassen. Daher sind wir nicht in der Lage, die seitlichen Rumpfschwankungen bezw. Hebung und Senkung sowie Voraneilen und Zurückbleiben der Hüfte auf unseren Bildern zu demonstrieren. Es muß dies einer späteren Zeit und Arbeit vorbehalten bleiben. Die Arme — das ist gut ersichtlich — begleiten jeweils in gleichem Sinne die Bewegungen des anderseitigen Beines.

Zum Schluß unserer Betrachtungen über das Verhalten des gesunden Menschen seien einige Bemerkungen über das Stehen gemacht. Grundbedingung dieses ist, „daß der Schwerpunkt über der Unterstützungsfläche liege, oder daß das Lot vom Schwerpunkte aus, die Schwerlinie, innerhalb der Grenzen der Unterstützungsfläche falle.“ Betrachten wir Rumpf und Oberschenkel, insofern sie sich im Gleichgewicht befinden, als eine Einheit, die auf den Kniegelenken ruht! Da nun der Mittelpunkt letzterer hinter der frontalen Hüftgelenksebene liegt, so hat das genannte einheitliche System die Tendenz, nach vorne überzukippen, also im Sinne der Kniestreckung wirksam zu sein. Es erübrigt sich daher eine Kontraktion der Quadricepsmuskulatur. Und wirklich ist beim einfachen, gewöhnlichen, zwanglosen Stehen der Quadriceps untätig. Zum Beweise befühle man die Kniescheibe, die locker nach beiden Seiten verschieblich ist. Dagegen erscheint es uns unrichtig, diese Tatsache auch für das Stehen mit durchgedrückten Knien gelten zu lassen. Auf diesen Unterschied ist in der Literatur, soweit sie mir zu Gebote stand, nirgends hingewiesen. So schreibt z. B. Duchenne: „Beim aufrechten Stehen mit gespannten Kniekehlen sind die Strecker des Unterschenkels gegen den Oberschenkel untätig.“ Wenn dies „mit gespannten Kniekehlen“ bedeuten soll: „mit durchgedrückten Knien“, so glauben wir, darauf aufmerksam machen zu müssen, daß — wie wir schon oben bei unserer anatomischen und physiologischen Besprechung hervorhoben — gerade beim Durchdrücken des Knies besonders die beiden Vasti in vollem Umfange kontrahiert sind. Und wenn man bei solchem Stehen die Kniescheibe befühlt, rückt und rührt sie sich nicht.

Ferner kann der Mensch aufrecht stehen mit gebeugten

Knien. Daß bei einer solchen Haltung der Quadriceps antagonistisch tätig sein muß, ist ohne weiteres einleuchtend. Es ist davon schon oben bei der Analyse des Ganges, wenn der Schwerpunkt des Körpergewichts hinter die quere Kniegelenksachse fällt, die Rede gewesen.

Drittens sei auf das Stehen auf einem Bein aufmerksam gemacht. Die Möglichkeit dieses hängt zum Teil von der individuellen Geschicklichkeit ab. Doch konnten wir auf Grund von Beobachtungen, die wir bei einer größeren Zahl von Menschen machten, feststellen, daß dabei immer, in jeder Stellung des Kniegelenks, die Kniescheibe unverrückbar fixiert ist, daß also dabei der Quadriceps in Aktion treten muß. —

Nun zum Gang bei gelähmtem Quadriceps! Dieser vierköpfige Streckmuskel des Kniegelenks ist bei der epidemischen Poliomyelitis acuta mit am häufigsten befallen. Aber ebenso häufig wie er, bezw. das ihn innervierende Neuron von dieser Krankheit befallen ist, ebenso selten ist er isoliert ergriffen. Meist komplizieren die mannigfachsten Lähmungen anderer Muskelgruppen und ihre Folgezustände das ganze Krankheitsbild erheblich und insbesondere die daraus resultierende Gangänderung. „Die allgemein bekannten Folgezustände der Poliomyelitis, charakterisiert durch eine Kombination von Muskelausfall und Kontrakturbildung, müssen ja alle denkbaren Variationen und Kombinationen aufweisen“ (H a g l u n d). So z. B. bestanden auch in dem von L e o M a y e r beschriebenen Fall von doppelseitiger Quadricepslähmung noch andere Paresen an Unterschenkel- und Fußmuskulatur, die eine Verkürzung der Achillessehne notwendig machten. Dies führte zu einem Pes equinus, der von nicht geringer Bedeutung ist für die Gangart überhaupt und insbesondere für die kompensatorische Kniestreckung bei gelähmten Quadriceps.

In unserem Fall handelt es sich um eine 16jährige Patientin, die vor Jahren eine Kinderlähmung durchgemacht hat. In welcher Ausdehnung damals die Muskulatur des rechten Beines beafllen war, ließ sich nicht mehr eruieren. Als Restzustand besteht auf der rechten Seite Lähmung des Quadriceps und — des M. tensor faciae latae. Der Oberschenkel zeigt diffuse Atrophie, besonders im Gebiet des Quadriceps. Die Erregbarkeit dieses Muskels ist ist in allen Köpfen faradisch und galvanisch so stark herabgesetzt,

daß man von einem vollkommenen Ausfall des Muskels zu reden berechtigt ist. Die Patientin ist nicht imstande, den beim Sitzen herunterhängenden Unterschenkel auch nur um wenige Grade zu heben. Die Lähmung des Tensor fasciae latae glauben wir völlig außer acht lassen zu dürfen. Wir zitieren dazu aus Braus: Anatomie des Menschen: „Der M. Tensor fasciae latae wirkt im wesentlichen auf das Hüftgelenk. Denn er läuft der durchschnittlichen Richtung des Iliopsoas parallel. Er hebt wie dieser den Oberschenkel des Spielbeins gegen das Becken und senkt beim Standbein das Becken gegen den Oberschenkel. Die geringe streckende Wirkung des Tensor fasc. lat. auf das Kniegelenk kommt praktisch nicht in Betracht. „Ja sogar — und diesen letzten Satz müssen wir besonders unterstreichen — „der M. Tensor fasc. lat. ist bei Anteversio des Oberschenkels in der Hüfte insufficient.

Nimmt man die Zeitspanne, die der Quadriceps während eines Doppelschrittes in Tätigkeit ist, als Maßstab seiner Wichtigkeit und Notwendigkeit beim Gang, so muß man zu der Anschauung kommen, daß ohne ihn ein Gehen kaum denkbar ist, oder daß zumindest bei seinem Ausfall eine sehr starke und schwere Störung und Aenderung des Ganges resultieren wird. Das betreffende Bein wird am Ende seiner Schwungperiode nicht in volle Streckung gebracht werden können und stark gebeugt aufgesetzt werden müssen. Dann wird die antagonistische Wirkungsweise des Quadriceps fehlen, um der erheblichen Beugungstendenz des Körperschwerpunktes entgegenzuarbeiten. Das Bein wird einknicken und der Mensch umzufallen drohen. Der so gelähmte und gefährdete Mensch wird also eines stützenden Stockes nicht entraten können.

Was geschieht in Wirklichkeit? Schon Duchenne schreibt: „Das Individuum ist sogar trotz des Verlustes seines Triceps femoris imstande, ohne Stütze, ohne Stock oder ohne einen fremden Arm während der Schwingung der anderen Gliedmaße zu gehen". Also ist die Zeitspanne, während der ein Ding oder ein Wesen beansprucht wird, oft unmaßgeblich für dessen Wichtigkeit. So läßt sich aus dieser Tatsache, daß ein solcher Patient ohne Hilfe gehen kann, mit voller Berechtigung der Schluß ziedaß der Quadriceps zwar für einen schönen gleichmäßigen Gang

von großer Bedeutung, für die Möglichkeit aber des Gehens überhaupt ceteris paribus verhältnismäßig unwichtig ist.

Verfolgen wir nun an Hand unserer Bilder den Gang der Patientin mit der rechtsseitigen Quadricepslähmung. Wir wollen zuerst beschreiben, dann vergleichen. Das gelähmte Bein, Schwungbein werdend, wird vom Boden abgestoßen und von einem Teil der Hüftmuskulatur — besonders vom Iliopsoas, nicht vom Rectus femoris (vgl. Duchenne) — nach vorn gezogen. Es tritt zuerst Beugung, dann Streckung im Knie ein, ohne daß wir auf unseren Bildern am rechten Oberschenkel auch nur eine angedeutete Verbreiterung, bezw. Konturanschwellung konstatieren können. Wie diese Streckung zustande kommt, davon soll später die Rede sein. Ja, es erfolgt nicht nur eine Streckung des Kniegelenks, sondern der Unterschenkel wird schon vor Beginn der Belastung des nunmehr Standbein werdenden Schwungbeins zunächst in leichter, dann sich verstärkender Recurvatumstellung aufgesetzt. Diese übertriebene Streckstellung bleibt fast während der ganzen Stützphase des kranken Beines bestehen. Erst wenn es sich wieder vom Boden zu lösen beginnt, nimmt die Ueberstreckung ab. Das Verhalten des gesunden Beines können wir hier außer acht lassen. Jetzt sei noch Haltung und Bewegung des Rumpfes betrachtet. Dieser neigt sich samt dem Kopf bei Beginn der Schwungperiode des rechten Beines etwas nach vorn. Diese Vorwärtsneigung des Rumpfes nimmt in dem Maße ab, als das Schwungbein sich der Vertikalstellung nähert, während der Kopf — wenigstens in dem beobachteten Fall — weiter leicht nach vorn gebeugt gehalten wird. Die Vorwärtsneigung des Körpers ist am geringsten in dem Augenblick, wo das Schwungbein an der vertikalen Körperachse vorbeigeht, und nimmt von diesem Augenblick an wieder zu bis zu dem Moment, wo die Hacke des bisherigen Schwungbeins den Boden berührt. In dem Augenblick richtet sich der Körper wieder — jedoch nur ganz vorübergehend — auf. Denn bei dem Abstoß des gesunden Beines, das nun Schwungbein wird, wird der Rumpf wieder nach vorn gebeugt und behält nunmehr diese Vorwärtsneigung während der ganzen Stützperiode des gelähmten Beines in annähernd unverändertem Maße bei. An den Armen ist ein ziemlich starkes Ausschwingen, besonders im zweiten Teil des Doppelschrittes zu beobachten.

Zur Vergleichung nun der Gangart der Patienten, bezw. der pathologischen Bewegungsform besonders des gelähmten Beines mit normalen Verhältnissen bieten sich zwei Möglichkeiten. Einmal können wir bei der Patientin selber die Bewegungsform der kranken Seite mit der der gesunden vergleichen, zweitens den gesamten Bildern des pathologischen Ganges die Bilder unseres Beispiels vom normalen Gang gegenüber stellen. Im ersteren Falle ist bei der Beurteilung eine gewisse Vorsicht angezeigt. Denn wenn auch im einzelnen die Muskulatur der gesunden Seite völlig intakt ist und zu normalen Funktionen geeignet, so muß doch die gesamte Veränderung der Gangart, nicht zuletzt die in gewissen Grenzen bestehende Unsicherheit, auch die Bewegungsform oder genauer die Innervationsimpulse für das Muskelspiel der gesunden Seite sowohl in quantitativem wie in qualitativem Sinne beeinflussen. Nicht nur, daß der Patient bestrebt ist, höhere Ansprüche an die Muskelkraft des gesunden Beines zu stellen, dieweil er das gelähmte zu entlasten trachtet; er ist auch durch die Gangstörung, z. B. durch die Gleichgewichtsänderung, um nur einen Faktor herauszugreifen, gezwungen, andersartige Impulse in die Muskulatur des gesunden Beines zu schicken, die sich wieder in Aenderung der Bewegungsform dokumentieren müssen. Diese Abweichungen auch des gesunden Beines von der normalen Gehbewegung ist man leicht geneigt schon gleichsam hyptothetisch anzunehmen. R. Du Bois-Reymond hat sie gemessen. Zwar nicht beim Gang mit Lähmung eines Beines, sondern beim Gang mit Kunstbeinen. Er weist in der betreffenden Arbeit daraufhin, „daß diese Abweichungen nicht rein mechanisch durch die Eigenschaft des Kunstbeines bedingt seien, sondern auch durch abnorme Muskeltätigkeit hervorgerufen würden.“ In unserem Falle, bei dem wir ja nicht Aufnahmen von der gesunden Seite der Patientin vor uns haben, wollen wir die Abweichungen der Gehbewegung des gesunden Beines unberücksichtigt lassen und nur das Normale an ihr dem abnormen Verhalten des kranken Beines gegenüberstellen. Als deutlichster Unterschied springt geradezu in die Augen das verschiedene Verhalten der einzelnen Beine kurz vor und während der Stützphase. Während nämlich das gelähmte Bein, wie oben ausführlich beschrieben in recurvierter Streckstellung aufgesetzt wird und die ganze Stützphase hindurch in dieser

Stellung verharrt, ist am gesunden Bein beim Aufsetzen eine leichte Beugung im Kniegelenk deutlich sichtbar, die sich auch weiterhin auf einzelnen Bildern der Stützperiode verfolgen läßt. Diese Beugung ist insofern noch von besonderer Bedeutung, als sie ja von verschiedenen Autoren (R. Du Bois-Reymond, Fränkel) als normales Verhalten mit 15° angegeben wird, was wir an Hand unserer Bilder vom Normalgang nicht bestätigen konnten. In den Schwungperioden beider Beine sind im wesentlichen die Endphasen zu betrachten, wo wir auf der kranken Seite ein erheblich stärkeres Vorgeschwungenwerden des Unterschenkels bezw. intensivere Streckung im Kniegelenk als auf der gesunden Seite beobachten können. Schließlich sei noch hervorgehoben, daß auf die Stützperiode des gesunden Beines 9 — 10, auf die des kranken Beines nur 7 — 8 Bilder kommen; daß also die Patientin danach zu trachten scheint, möglichst kurze Zeit auf dem gelähmten Bein zu verweilen. Das Verhalten des Rumpfes ist bereits oben genügend gewürdigt. Bei dem nunmehr notwendigen Vergleich des Fehlganges mit dem normalen Gehen wollen wir uns, um langatmige Wiederholungen zu vermeiden, kurz fassen und uns auf die notwendigsten Gegenüberstellungen beschränken. Wir können das um so eher, da wir ja die beiden Gangarten einzeln, jede für sich, bereits beschrieben haben. Wir erwähnten erstens beim Normalgang die aktive protagonistische Kontraktion der rechten Quadricepsmuskulatur, die sich von Bild, 4, 5 der Serie I an in der Konturanschwellung des Oberschenkels dokumentiert. Diese fehlt auf den entsprechenden Bildern der Serie II. Zweitens steht der mäßigen Kniestreckung am Ende der Schwungperiode des normalen rechten Beines die intensive bis zur Rekurvatumstellung geführte Ueberstreckung des rechten Knies unserer Patientin entgegen. Hier sei endlich auf das Zustandekommen dieser Streckung im Kniegelenk des kranken Beines eingegangen. Aus den Bildern ist nicht mehr als die bloße Tatsache zu entnehmen. Bewirkt wird die Ueberstreckung — und das läßt sich nur bei direkter Beobachtung des Ganges, bezw. beim Abrollen des Films erkennen — durch eine stärkere, kräftigere Beugung im Hüftgelenk. Dadurch erhält der Unterschenkel energischeren und beschleunigteren Schwung nach vorn und erreicht die Streckstellung. Duchenne schreibt, daß ein Mensch mit Quadriceps-

lähmung überhaupt vermeide, das kranke Bein während seiner Schwungperiode in Beugung zu bringen, sondern die untere Extremität wie eine starre Stütze vorwärts bewege. Man muß mit Sicherheit annehmen, daß ein Mann wie Duchenne solchen Fall richtig beobachtet hat. Nur darf man anscheinend, wie uns die gegenteilige Beobachtung belehrt, ein solches Verhalten nicht als unbedingt charakteristisch und gesetzmäßig für die Gangart bei Quadrizepslähmung ansehen.

Ferner können wir die Beobachtung Leo Mayers, daß das kranke Bein am Ende des Schwunges nicht vollständig gestreckt, sondern 30° flektiert gehalten werde, an Hand unseres Falles nicht bestätigen. Unsere Bilder zeigen deutlich die Beugung des gelähmten Beines im Kniegelenk während der Schwungperiode und am Ende des Schwunges völlige Streckung, die auf oben beschriebene Weise zustande kommt.

Drittens — um in der Gegenüberstellung fortzufahren — hält unsere Patientin in der Stützperiode des gelähmten Beines dieses dauernd in Ueberstreckung, während der normal gehende Mensch das Stützbein nicht nur nicht durchgedrückt, sondern mitunter sogar bis 15° gebeugt zu halten pflegt.

Beim Vergleich der Rumpfbewegungen ist ganz allgemein bei unserer Patientin eine stärkere Vorwärtsneigung des Rumpfes deutlich. Im besonderen ist diese Vorwärtsneigung während der Unterstützungsperiode des gelähmten Beines als maximal und dauernd hervorzuheben. Auch hier wieder müssen wir das aus unseren Bildern Abzulesende ergänzen durch direkte Beobachtung des Ganges, bezw. des abrollenden Films. Denn während bei dem Normalgehenden im hinteren Schritteil noch eine Rückwärtsneigung des Rumpfes besteht, die allmählich in eine Beugung nach vorn übergeht, ist diese Vorwärtsneigung des Rumpfes bei unserer Patientin gleich beim Beginn der Stützperiode des gelähmten Beines vorhanden. Sie ist notwendig, um das Körperschwergewicht vor die quere Knieachse zu verlegen und so im Sinne der Streckung des Kniegelenks wirksam sein zu können. Erreicht wird sie — und das eben ist aus den Bildern nicht ersichtlich — durch eine energischere, ruckartige Rumpfbewegung nach vorn oder besser gesagt: durch eine vermehrte Schwerpunktsbeschleunigung. Diese schon von Reiner erwähnte Schwerpunktsbeschleunigung will Leo Meyer nicht gelten lassen, indem er bemerkt: Auf den kinematographischen Bildern sei davon nichts zu sehen. An anderer Stelle aber derselben Arbeit sagt er,

die Uebertreibung der Oberschenkelschleuderung sei weniger aus den Bildern als aus der direkten Beobachtung zu konstatieren. Unseres Erachtens ist die stärkere, schnellere Rumpfbewegung durchaus als ein Analogon zu der energischeren Oberschenkelschleuderung aufzufassen. Durch diese sich widersprechenden Aeußerungen entkräftet Leo Meyer selber seinen Beweis gegen die vorhandene Schwerpunktsbeschleunigung. Ferner kann man — auch wieder nur bei direktem Zusehen — während der Stützperiode des kranken Beines außer der stoßweisen Vorwärtsbewegung eine ruckartige Hebung des Rumpfes beobachten, das, was Reiner „vermehrte vertikale Schwerpunktselongation" genannt hat.

Schließlich sei noch auf den verschiedenen zeitlichen Ablauf der beiden Gangformen hingewiesen. Wir erwähnten bereits, daß wir — bei gleicher Schnelligkeit des Kurbelns — zwanzig Bilder von einem Doppelschritt beim normalen und 17 Bilder beim pathologischen Gang erhalten haben. Bei ersterem kommen genau 10 Bilder auf eine Schrittphase. Bei dem Gang mit Quadricepslähmung dagegen entfallen etwa 9 — 10 Bilder auf die Stützphase des gesunden und nur 7 — 8 Bilder auf die des kranken Beines. Also verharrt die Patientin etwa $^1/_6$ weniger Zeit auf dem gelähmten Bein.

Nun noch einiges über das aufrechte Stehen beim Menschen mit Quadricepslähmung. Da beim einfachen, zwanglosen Stehen der Vierköpfer des Oberschenkels untätig ist, werden Menschen mit Quadricepslähmung ohne weiteres gewöhnlich stehen können. Unserer Patientin, deren eines Bein noch dazu gesund ist, macht das einfache aufrechte Stehen also keine Schwierigkeit. Anders verhält es sich beim Stehen mit durchgedrückten Knien. Unsere Patientin ist auch dazu imstande, selbst auf der Seite der Lähmung. Allerdings nicht auf Grund aktiver Muskelkontraktion des Quadriceps, sondern infolge der Recurvatumstellung und der kompensatorisch im Sinne der Kniestreckung wirkenden Kraft des vor der queren Knieachse liegenden Körperschwergewichts.

Auch das aufrechte Stehen mit gebeugten Knien ist unserer Patientin infolge des gesunden linken Beines möglich. Duchenne schreibt: „Das aufrechte Stehen ohne Zwischenkunft der Streckmuskeln hört auf möglich zu sein bei Beugung im Knie." Diese Behauptung, meint Leo Meyer, sei unrichtig, und er foto-

grafiert seine Patientin mit der doppelseitigen Quadricepslähmung stehend mit gebeugten Knien. Aber nicht aufrecht stehend, sondern mit sehr starker Vorwärtsbeugung des Rumpfes. Kein unbefangenes Auge wird solche Stellung als „aufrechtes Stehen" bezeichnen. Dieses Stehen ließe sich dem Ei des Columbus vergleichen, das auch zwar steht, aber nicht, wie verlangt, auf der Spitze. Unserer Meinung nach also ist damit Duchennes Ansicht durchaus nicht widerlegt, sondern bleibt wie das Meiste, was er gesagt, zu recht bestehen.

Schließlich erwähnten wir oben noch bei der Besprechung der normalen Verhältnisse das aufrechte Stehen auf einem Bein. Unsere Patientin kann weder auf dem gesunden noch auf dem kranken Bein allein stehen. Daß ihr letzteres unmöglich ist, war zu erwarten, da ja zu dieser Aktion die Streckmuskulatur des Kniegelenks notwendig intakt und wirksam sein muß. Daß bei ihr auch das gesunde Bein versagt, liegt neben der allgemeinen Unsicherheit infolge der Lähmung wahrscheinlich auch an individuellem Ungeschick.

Wir sind am Ende. Fassen wir nun kurz das Resultat unserer Studie zusammen, so ergibt sich:

A. für das normale Gehen und Stehen:

1. Erst wenn die ganze Sohle des einen Beines dem Boden aufliegt, beginnt das andere Bein frei zu schwingen.
2. Beim Stehen mit aktiv durchgedrückten Knien ist die Quadricepsmuskulatur in Tätigkeit.
3. Auch beim Stehen auf einem Bein tritt der Quadriceps in Aktion, und zwar stets, ganz gleich, welche Stellung das Kniegelenk einnimmt, ob Flexion oder Extension.

B. für das Gehen und Stehen bei einseitiger Quadricepslähmung.

1. Entgegen den Beobachtungen von Duchenne und Leo Meyer tritt bei unserer Patientin am Ende der Schwungperiode des gelähmten Beines nach vorausgegangener Beugung völlige Streckung ein.

2. Dem Beweis Leo Meyers gegen die von Reiner beobachtete und betonte Schwerpunktsbeschleunigung können wir nicht beistimmen und müssen erneut auf das Vorhandensein bezw. die große Bedeutung dieser beschleunigten Schwerpunktsverlagerung hinweisen.
3. Nicht mit Reiner übereinstimmen können wir in der Beobachtung, daß es durch diese Schwerpunktsbeschleunigung möglich sei, das gelähmte Bein während der Stützphase leicht zu beugen. Unsere Patientin hält in dieser Gangperiode das Knie nicht nur gestreckt, sondern sogar leicht recurviert.
4. Unsere Patientin verharrt $^1/_6$ weniger Zeit auf dem kranken Bein als auf dem gesunden.
5. Die Möglichkeit des aufrechten Stehens bei doppelseitiger Quadricepslähmung erscheint uns in der Arbeit Leo Meyers nicht bewiesen; vielmehr hat wohl Duchenne mit Recht gesagt: „Das aufrechte Stehen ohne Zwischenkunft der Streckmuskeln hört auf möglich zu sein bei Beugung im Knie."

Gesondert von diesen Ergebnissen sei kurz zusammenfassend auf die die Lähmung ausgleichenden Kräfte eingegangen. Den Hauptanteil hat die Extensorwirkung der Körperschwere, die erreicht wird durch die beschleunigte Schwerpunktsverlagerung vor die quere Knieachse. Zweitens bewirkt das energische Vorschleudern des Oberschenkels in der Schwungperiode des gelähmten Beines die Streckung im Kniegelenk, so daß das Bein dann in Streck- bezw. Recurvatumstellung wie eine starre Stütze aufgesetzt werden kann. Diese Recurvatumstellung in der Stützphase dürfte drittens als vikariierende Kraft genannt werden. Was den Extensoreffekt des Glutaeus maximus angeht und den des Soleus, welche den Ober- bezw. den Unterschenkel nach hinten ziehen, so sei auf die treffliche Zergliederung und Schilderung dieses Mechanismus' in der Arbeit von Leo Meyer verwiesen. Inwieweit auch diese Kräfte am Gang unserer Patientin beteiligt sind, möchten wir offen lassen.

Denn — und damit kommen wir zur Schlußbetrachtung — gerade bei solchen auf Lähmung beruhenden Gangstörungen muß das individuelle Moment, d. h. der gerade im Einzelfall gegebene

Zustand, betrachtet und gewürdigt werden, unabhängig von aufgestellten Gesetzen. Ein Beispiel, mag man es noch so genau analysieren, kann nicht unbedingt, nicht in jeder Einzelheit verallgemeinert werden. Dies wird auch deutlich an der von uns bearbeiteten Gangstörung. Selbst vorausgesetzt, daß man nur reine Fälle von isolierter Quadricepslähmung zu beobachten Gelegenheit hätte, so würde doch jeder Einzelfall irgend welche Abweichungen zeigen. Denn der Grad der Parese oder Paralyse, die Dauer der Lähmung, die dadurch möglicherweise bedingten Kontrakturen anderer Muskelgruppen, die ihrerseits wieder verschiedene Grade aufweisen können, ferner allmählich sich herausbildende Gelenkanomalien und anderes; alles dies kann nicht ohne ganz spezifischen Einfluß auf die Bewegungsform bleiben. Wieviel mehr noch wird das Bild eines solchen Fehlgangs verändert, ja verwischt, wenn neben der Quadricepsparese noch andere Lähmungen bezw. ihre Folgezustände bestehen! So bedeutet in dem oben erwähnten Fall von Leo Meyer der kontrakte Pes equinus in gemeinsamer Aktion mit dem Gluteus maximus eine wichtige Streckmöglichkeit für das Kniegelenk des gelähmten Beines. In anderen Fällen (Duchenne, Fraenkel), bei denen sich starke Beugekontrakturen herausgebildet haben, kann der Patient gezwungen sein, sogar seine Arme als vikariierende Kraftquelle zu beanspruchen und sie jeweils stemmend von vorn gegen den Oberschenkel oder das Knie der gelähmten Seite zu drücken. Bei unserer Patientin muß in diesem Zusammenhang das Bestehen des leichten Genu recurvatum erwähnt werden.

Aus der Fülle dieser Erscheinungsformen gilt es nun, das immer Wiederkehrende, das nirgends Vermißte, kurz das Charakteristische des Ganges zu isolieren und festzuhalten. Gewiß bedarf es dazu noch vieler weiterer Beobachtungen. Uns scheint nach dem Bisherigen folgendes als charakteristisch für den Gang bei Quadricepslähmung festzustehen: 1. Die beschleunigte Schwerpunktsverlagerung nach vorn, 2. das energischere Vorschleudern des Oberschenkels in der Schwungperiode des gelähmten Beines und 3. die kürzere Zeit, die ein solcher Patient während der Stützphase auf dem gelähmten Beine verharrt.

Zum Schluß möchte ich nicht verfehlen, an dieser Stelle Herrn Prof. Glaessner für die Anregung und die freundliche Ueberlassung des Materials meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. Auch möchte ich das Entgegenkommen des kinematographischen Institutes der Charité erwähnen, wodurch es uns erst ermöglicht wurde, an solche Probleme heranzugehen.

Literatur.

Baeyer, von: Bewegungslehre und Orthopädie. Verhdlg. der Dtsch. orthop. Gesellsch. 19. Kongreß in Graz 1924.

Biesalski, von: Orthopädische Behandlung der Nervenkrankheiten, in Lehrbuch der Orthopädie von Lange.

Boegle, K.: Mechanismus des menschlichen Ganges.

Braus: Anatomie des Menschen. Verlag Springer.

Du Bois-Reymond: Bewegungslehre.

— Ueber den Gang mit künstlichen Beinen. Berl. klin. Wochenschrift 1917 Nr. 36.

Duchenne: Physiologie der Bewegung, übersetzt von Wernicke.

Fick, Rudolf: Handbuch der Gelenke. Jena 1910, 3. Teil Spezielle Mechanik.

Fischer, O.: Der Gang des Menschen. Abhdlg. der sächs. Gesellsch. der Wissenschaften 1901, Bd. 45.

Fränkel, J.: Kinematographische Untersuchung des normalen Ganges und einiger Gangstörungen. Zeitschr. f. orthop. Chirurgie Bd. XX S. 61.

Haglund: Prinzipien der Orthopädie, Jena 1923.

Hoffa, Albert: Lehrbuch der orthop. Chirurgie.

Jendrassik: s. in R. Du Bois-Reymond „Bewegungslehre".

Mayer, Leo: Die Mechanik des Ganges bei isolierter Quadricepslähmung. Zeitschr. f. orthop. Chir. Bd. XXXIV.

Merkel, Fritz: Zur Funktion der Vasti. Arch. f. orthop. u. Unfallchirurg. 1925, Bd. XXIII, S. 203.

Oppenheim: Lehrbuch der Nervenkrankheiten.

Reiner, Max: Einiges über Funktionsstörung nach Extensorlähmung und über Indikation zur Transplantation an der unteren Extremität. Zeitschrift f. orthop. Chirurg. Bd. XIII, S. 451.

Saxl, Alfred: Zur Mechanik des Ganges bei Quadricepsparalyse. Wiener klin. Rundsch. 1906 Nr. 30 u. 31.

Vierordt, H.: Das Gehen des Menschen in gesunden und kranken Zuständen.

Lebenslauf.

Ich, Fritz Jacoby, bin am 14. I. 1902 als Sohn des praktischen Arztes, San.-Rat Dr. Hermann Jacoby und seiner Ehefrau Else, geb. Unger, in Berlin geboren. Ich besuchte das Sophien-Gymnasium zu Berlin, wo ich Ostern 1920 die Reifeprüfung bestand. Dann wandte ich mich dem Studium der Medizin zu, und zwar studierte ich in Berlin und in Freiburg i. Br. Die ärztliche Vorprüfung bestand ich im Sommer 1922, das Staatsexamen im Sommer 1925, beide in Berlin.

Meine akademischen Lehrer waren unter anderen die Professoren Axenfeld, Beyer, Bier, Brühl, Bumm, Buschke, Cassierer, Czerny, v. Eicken, Fick, R., Fischer, E., Friedemann, U., Goldscheider, Hahn, Hertwig, O., Himstedt, His, Hoche, Klapp, Kopsch, v. Kries, Krückmann, Lewin, Lubarsch, v. Moellendorff, Nernst, Opitz, Pick, Pschorr, Schlenk, Strauch, Trendelenburg, v. Waldeyer, Wieland.